



21 Aktenzeichen: 100 20 464.3
22 Anmeldetag: 26. 4. 2000
43 Offenlegungstag: 8. 11. 2001

DE 100 20 464 A 1

71 Anmelder:
OSRAM Opto Semiconductors GmbH & Co. oHG,
93049 Regensburg, DE
74 Vertreter:
Epping, Hermann & Fischer, 80339 München

72 Erfinder:
Härle, Volker, Dr., 93164 Laaber, DE; Bader, Stefan,
93053 Regensburg, DE; Hahn, Berthold, Dr., 93155
Hemau, DE; Lugauer, Hans-Jürgen, 93173
Wenzenbach, DE

56 Entgegenhaltungen:

DE 29 15 888 C2
DE 199 21 987 A1
DE 198 38 810 A1
DE 100 00 088 A1
DE 69 008 93 1T2
US 59 28 421 A
US 58 74 747 A
US 52 10 051 A
WO 92 13 363 A2

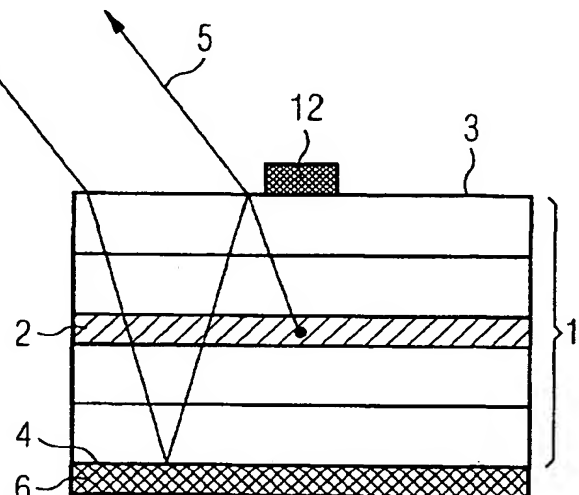
JP 10-150220 A (abstract), JPO, 1998;
JP 4-223330 A (abstract), JPO & Japio, 1992,
In: DOKIDX in DEPATIS;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Strahlungsemitterndes Halbleiterbauelement auf GaN-Basis

57 Die Erfindung beschreibt ein strahlungsemitterndes Halbleiterbauelement auf GaN-Basis, dessen Halbleiterkörper durch einen Stapel unterschiedlicher GaN-Halbleiterschichten (1) gebildet ist. Der Halbleiterkörper weist eine erste Hauptfläche (3) und eine zweite Hauptfläche (4) auf, wobei die erzeugte Strahlung durch die erste Hauptfläche (3) ausgekoppelt wird und auf der zweiten Hauptfläche (4) ein Reflektor (6) ausgebildet ist. Weiterhin beschreibt die Erfindung ein Herstellungsverfahren für ein erfindungsgemäßes Halbleiterbauelement. Dabei wird zunächst auf ein Substrat eine Zwischenschicht aufgebracht und auf diese eine Mehrzahl von GaN-Schichten (1), die den Halbleiterkörper des Bauelements bilden. Anschließend wird das Substrat und die Zwischenschicht abgelöst und auf einer Hauptfläche des Halbleiterkörpers ein Reflektor (6) ausgebildet.



BEST AVAILABLE COPY

DE 100 20 464 A 1

Beschreibung

BEST AVAILABLE COPY

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein strahlungsemit-
tierendes Halbleiterbauelement auf GaN-Basis nach dem
Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein Herstellungsverfahren
hierfür nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 8.

[0002] Strahlungsemitierende Halbleiterbauelemente auf
GaN-Basis sind beispielsweise bekannt aus US 5 210 051.
Solche Halbleiterbauelemente enthalten einen Halbleiter-
körper mit einer aktiven GaN-Schicht, die auf ein SiC-Sub-
strat aufgebracht ist. Kontaktiert ist der Halbleiterkörper
vorderseitig an der lichtauskoppelnden GaN-Schicht und
rückseitig an dem SiC-Substrat.

[0003] Weiterhin ist beispielsweise aus US 5 874 747 be-
kannt, statt GaN verwandte Nitride sowie darauf basierende
ternäre oder quaternäre Mischkristalle zu verwenden. Insbe-
sondere fallen hierunter die Verbindungen AlN, InN, Al-
GaN, InGaN, InAlN und AlInGaN.

[0004] Im folgenden bezieht sich die Bezeichnung "GaN"
auf diese ternären und quaternären Mischkristalle sowie
Galliumnitrid selbst.

[0005] Ferner ist bekannt, GaN-Halbleiterkristalle epitak-
tisch herzustellen. Als Substrat wird üblicherweise ein Saphir-
kristall oder SiC verwendet. Gemäß US 5 928 421 ist
hinsichtlich der Vermeidung von Gitterfehlern ein SiC-Sub-
strat vorzuziehen, da aufgrund der vergleichsweise großen
Gitterfehlenganpassung zwischen Saphir und GaN die auf Saphir
aufgewachsenen GaN-Schichten eine hohe Anzahl von
Gitterfehlern aufweisen.

[0006] Ein Nachteil von strahlungsemitierenden GaN-
Halbleiterbauelementen besteht darin, daß an der Oberflä-
che, an der die im Halbleiterkörper erzeugte Strahlung aus-
gekoppelt wird, ein großer Brechungsindexsprung beim
Übergang vom Halbleiterkörper zur Umgebung auftritt. Ein
großer Brechungsindexsprung führt dazu, daß ein erhebli-
cher Teil der Strahlung wieder in den Halbleiterkörper zu-
rückreflektiert wird und dadurch die Strahlungsausbeute des
Bauelements gemindert wird.

[0007] Eine Ursache hierfür liegt in der Totalreflexion der
erzeugten Strahlung an der Auskoppelfläche. Lichtstrahlen
werden vollständig in den Halbleiterkörper zurückreflek-
tiert, falls der Einfallswinkel der Lichtstrahlen auf die Aus-
koppelfläche größer ist als der Totalreflexionswinkel, bezo-
gen jeweils auf die Oberflächennormale. Mit steigendem
Unterschied zwischen dem Brechungsindex des Halbleiter-
körpers und der Umgebung sinkt der Totalreflexionswinkel
und der Anteil der totalreflektierten Strahlung steigt.

[0008] Außerdem werden auch Lichtstrahlen, deren Ein-
fallswinkel kleiner ist als der Totalreflexionswinkel, teil-
weise in den Halbleiterkörper zurückreflektiert, wobei der
zurückreflektierte Anteil um so größer ist, je größer der Bre-
chungsindexunterschied zwischen Halbleiterkörper und
Umgebung ist. Ein großer Brechungsindexsprung, wie er
bei GaN-Bauelementen auftritt, führt daher zu großen Refle-
xionsverlusten an der Auskoppelfläche. Die zurückreflek-
tierte Strahlung wird teilweise im Halbleiterkörper absorbiert
oder tritt an einer anderen Fläche als der Auskoppelfläche
aus, so daß insgesamt die Strahlungsausbeute reduziert
wird.

[0009] Ein Mittel, die Strahlungsausbeute zu erhöhen, be-
steht darin, auf das Substrat des Halbleiterkörpers einen Re-
fektor aufzubringen. Dies ist beispielsweise in
DE 43 05 296 gezeigt. Dadurch wird die in den Halbleiter-
körper zurückreflektierte Strahlung wiederum in Richtung
der Auskoppelfläche gerichtet, so daß der zurückreflektierte
Teil der Strahlung nicht verlorengeht, sondern zumindest
teilweise nach einer oder mehreren internen Reflexionen

ebenfalls ausgekoppelt

[0010] Bei strahlungsemitierenden GaN-Bauelementen
nach dem Stand der Technik ist es in dieser Hinsicht von
Nachteil, ein absorbierendes Substrat wie beispielsweise
SiC zu verwenden. Die in den Halbleiterkörper zurückre-
flektierte Strahlung wird vom Substrat großteils absorbiert,
so daß eine Erhöhung der Strahlungsausbeute mittels eines
Reflektors nicht möglich ist.

[0011] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu-
grunde, ein Halbleiterbauelement auf GaN-Basis mit erhöh-
ter Lichtausbeute zu schaffen. Weiterhin ist es Aufgabe der
vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung sol-
cher Halbleiterbauelemente zu entwickeln.

[0012] Diese Aufgabe wird durch ein Halbleiterbauele-
ment nach Anspruch 1 beziehungsweise ein Herstellungsver-
fahren nach Anspruch 8 gelöst.

[0013] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind
Gegenstand der Unteransprüche 2 bis 7. Die Unteransprüche
9 bis 17 geben vorteilhafte Ausführungsformen des Herstel-
lungsverfahrens nach Anspruch 8 an.

[0014] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, das strahlungs-
emittierende Halbleiterbauelement auf GaN-Basis als
Dünnschichtbauelement auszubilden, das insbesondere kein
strahlungsabsorbierendes Substrat aufweist. Der Halbleiter-
körper des Bauelements ist von einer stapelförmig angeor-
neten Mehrzahl unterschiedlicher Schichten auf GaN-Basis
gebildet. Im Betrieb erzeugt eine aktive Halbleiterschicht
auf GaN-Basis elektromagnetische Strahlung, die durch
eine erste Hauptfläche des Stapels ausgekoppelt wird. Auf
eine zweite Hauptfläche des Stapels ist ein Reflektor aufge-
bracht, so daß der Teil der Strahlung, der bei der Auskopp-
lung zunächst in den Halbleiterkörper zurückreflektiert
wird, mittels dieses Reflektors wieder in Richtung der Aus-
koppelfläche gerichtet wird.

[0015] Damit wird neben dem primär ausgekoppelten An-
teil der erzeugten Strahlung ein weiterer Teil nach einer oder
mehreren internen Reflexionen an dem Reflektor ausgekopp-
elt. Insgesamt wird so der Auskopplungsgrad gegenüber
einem GaN-Halbleiterbauelement nach dem Stand der Tech-
nik erhöht.

[0016] In einer bevorzugten Ausführungsform bestehen
die GaN-basierenden Halbleiterschichten aus GaN, AlN,
InN, AlGaN, InGaN, InAlN oder AlInGaN. Durch Verwen-
dung dieser Materialien kann die Zentralwellenlänge der er-
zeugten Strahlung in einem weiten Bereich des sichtbaren
Spektralbereichs bis in den ultravioletten Spektralbereich
eingestellt werden. Mit der vorliegenden Erfindung können
so mit besonderem Vorteil blaue und grüne Leuchtdioden,
UV-Leuchtdioden sowie entsprechende Laserdioden reali-
siert werden.

[0017] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform
kann der Reflektor durch eine metallische Kontaktfläche
ausgebildet sein. Diese dient sowohl als Reflektor als auch
zur elektrischen Kontaktierung des Halbleiterkörpers. Vor-
teilhafterweise sind bei dieser Ausführungsform reflektor-
seitig keine weiteren Vorrichtungen zur Kontaktierung des
Halbleiterkörpers nötig. Als Material für die Kontaktflächen
eignen sich besonders Al und Ag sowie Al- und Ag-Legie-
rungen.

[0018] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform
ist der Reflektor durch eine dielektrische Verspiegelung aus-
gebildet. Eine solche Verspiegelung kann durch Aufbrin-
gung einer Schichtenfolge aus SiO₂ bzw. TiO₂ auf den Halb-
leiterkörper hergestellt sein. Mit dielektrische Verspiegelun-
gen kann vorteilhafterweise eine verlustfreie Reflexion in
einem breiten Wellenlängenbereich erzielt werden.

[0019] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform
ist die gesamte freie Oberfläche des Halbleiterkörpers oder

ein Teilbereich davon aufgerauht, wodurch diese Aufrau-
 hung die Totalreflexion an der Auskoppelfläche gestört und
 dadurch mit Vorteil der optische Auskopplungsgrad weiter
 erhöht.

[0020] Bei dem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren
 wird zunächst auf ein Substrat eine Zwischenschicht
 aufgebracht. Auf dieser Zwischenschicht wird eine Mehr-
 zahl unterschiedlicher, GaN-basierender Halbleiterschich-
 ten abgeschieden. Diese Schichten auf GaN-Basis bilden
 den Halbleiterkörper des Bauelements. Im nächsten Schritt
 wird von dem so gebildeten Stapel von GaN-basierenden
 Schichten das Substrat einschließlich der Zwischenschicht
 abgelöst. In einem weiteren Schritt wird auf eine der beiden
 Hauptflächen des Halbleiterkörpers ein Reflektor aufge-
 bracht.

[0021] Bei einer weiteren Ausführungsform wird ein Si-
 Substrat verwendet, auf das eine SiC-Zwischenschicht auf-
 gebracht ist. SiC eignet sich besonders für die Herstellung
 von GaN-Bauelementen, da es eine ähnliche Gitterkonstante
 wie GaN besitzt, so daß auf SiC abgeschiedene Schichten
 auf GaN-Basis eine geringe Zahl von Gitterfehlern aufwei-
 sen.

[0022] In einer weiteren besonders bevorzugten Ausfüh-
 rungsform wird die Zwischenschicht mittels eines Wafer-
 bonding-Verfahrens aufgebracht und danach abgedünnt. Bei
 der Verwendung eines Si-Substrats und einer SiC-Zwi-
 schenschicht kann vorteilhafterweise der Si-Wafer mit dem
 SiC-Wafer durch Ausbildung einer SiO₂-Schicht verbunden
 werden.

[0023] Alternativ kann die Zwischenschicht epitaktisch
 aufgewachsen werden, wodurch besonders homogene Zwi-
 schenschichten herstellbar sind.

[0024] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform
 wird der Reflektor durch Aufbringung eines spiegelnden
 Metallkontakts auf den GaN-Halbleiterkörper ausgebildet.
 Als Materialien für den Metallkontakt eignen sich aufgrund
 ihrer Reflektivität sowie ihrer Bond-Eigenschaften beson-
 ders Ag und Al sowie Ag- und Al-Legierungen.

[0025] Eine weiteren Ausführungsform des Herstellungsver-
 fahrens besteht darin, den Reflektor als dielektrischen
 Spiegel in Form einer Mehrzahl von dielektrischen Schich-
 ten auszubilden, woraus sich die oben beschriebenen Vor-
 teile eines dielektrischen Reflektors ergeben.

[0026] In einer besonders bevorzugten Weiterbildung der
 Erfindung wird das Herstellungsverfahren fortgeführt durch
 eine Aufrauung des Halbleiterkörpers, wobei die gesamte
 freie Oberfläche des Halbleiterkörpers oder Teilbereiche
 hiervon aufgerauht werden. Eine bezüglich der Erhöhung
 der Lichtausbeute besonders effektiver Aufrauung wird
 durch Anätzen des Halbleiterkörpers oder mittels eines
 Sandstrahlverfahrens hergestellt.

[0027] Bei einer weiteren besonders bevorzugten Ausfüh-
 rungsform wird vor dem Abscheiden der GaN-Schichten auf
 der Zwischenschicht eine Maskenschicht aufgebracht. Diese
 Maskenschicht strukturiert die GaN-Schichten und teilt ins-
 besondere die GaN-Schichten in mehrere, nicht zusammen-
 hängende Bereiche. Dies verhindert mit großem Vorteil Riß-
 bildung und Ablösung der Zwischenschicht vom Substrat.
 Vorteilhafterweise wird – insbesondere bei Verwendung von
 SiC als Zwischenschichtmaterial – als Maske eine Oxid-
 maske ausgebildet.

[0028] Weitere Merkmale, Vorteile und Zweckmäßigkei-
 ten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von
 vier Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Fig. 1 bis
 4. Es zeigen:

[0029] Fig. 1 eine schematische Schnittansicht eines er-
 sten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Halb-
 leiterbauelements,

[0030] Fig. 2 eine schematische Schnittansicht eines
 zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen
 Halbleiterbauelements,

[0031] Fig. 3 eine schematische Darstellung eines ersten
 Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Herstel-
 lungsverfahrens und

[0032] Fig. 4 eine schematische Darstellung eines zweiten
 Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Herstel-
 lungsverfahrens.

[0033] Das in Fig. 1 dargestellte strahlungsemitterende
 Halbleiterbauelement weist eine Mehrzahl von stapelförmig
 angeordneten, unterschiedlichen Halbleiterschichten 1 auf,
 die aus GaN oder einer darauf basierenden ternären oder
 quaternären Verbindung bestehen. Im Betrieb bildet sich in-
 nerhalb dieser Schichten eine aktive Zone 2 aus, in der die
 Strahlung 5 generiert wird.

[0034] Der Schichtstapel wird von einer ersten Hauptflä-
 che 3 und einer zweiten Hauptfläche 4 begrenzt. Im wesent-
 lichen wird die erzeugte Strahlung 5 durch die erste Haupt-
 fläche 3 in die angrenzende Umgebung ausgekoppelt.

[0035] Auf der zweiten Hauptfläche 4 ist ein Reflektor 6
 aufgebracht, gebildet von einer direkt auf den Halbleiterkör-
 per aufgedampften Ag-Schicht. Kontaktiert wird der Halb-
 leiterkörper auf der Auskopplungsseite über die Kontaktflä-
 che 12 sowie reflektorseitig über die Ag-Reflektorschicht.
 Die reflektorseitige Kontaktierung kann beispielsweise da-
 durch erfolgen, daß der Halbleiterkörper reflektorseitig auf
 einen Metallkörper aufgesetzt ist, der sowohl als Träger wie
 auch der Stromzuführung dient.

[0036] Der Reflektor 6 bewirkt, daß ein Teil der Strahlung
 5, die bei der Auskopplung an der ersten Hauptfläche 3 in
 den Halbleiterkörper zurückreflektiert wird, wiederum in
 Richtung der ersten Hauptfläche 3 reflektiert wird, so daß
 insgesamt die durch die erste Hauptfläche 3 ausgekoppelte
 Strahlungsmenge erhöht wird. Diese Erhöhung wird da-
 durch ermöglicht, daß das Bauelement als Dünnschichtbau-
 element ohne stahlungsabsorbierendes Substrat ausgeführt
 ist und der Reflektor 6 direkt auf dem GaN-Halbleiterkörper
 aufgebracht ist.

[0037] Das in Fig. 2 dargestellte Ausführungsbeispiel eines
 erfindungsgemäßen Halbleiterbauelement unterscheidet
 sich von dem in Fig. 1 gezeigten Bauelement darin, daß die
 Oberfläche des Halbleiterkörpers eine Aufrauung 7 auf-
 weist. Diese Aufrauung 7 bewirkt eine Streuung der Strah-
 lung 5 an der ersten Hauptfläche 3, so daß die Totalreflexion
 an der ersten Hauptfläche 3 gestört wird. Weitergehend ver-
 hindert diese Streuung, daß die erzeugte Strahlung durch
 fortlaufende, gleichartige Reflexionen zwischen den beiden
 Hauptflächen 3 und 4 bzw. dem Reflektor 6 nach Art eines
 Lichtleiters geführt wird, ohne den Halbleiterkörper zu ver-
 lassen. Somit wird durch die Aufrauung 7 die Lichtaus-
 beute weiter erhöht.

[0038] In Fig. 3 ist ein erste Ausführungsbeispiel eines er-
 findungsgemäßen Herstellungsverfahrens gezeigt. Den Aus-
 gangspunkt stellt ein Si-Substrat 8 dar, Fig. 3a. Auf dieses
 Si-Substrat wird in einem ersten Schritt eine SiC-Zwischen-
 schicht 9 mittels eines Waferbonding-Verfahrens aufge-
 bracht, wobei zwischen den beiden Substraten eine SiO₂-
 Schicht 10 ausgebildet wird, Fig. 3b. Im nächsten Schritt
 wird das SiC-Substrat 9 bis auf wenige Mikrometer abge-
 dünnt, Fig. 3c. Auf dem abgedünnten SiC-Substrat 9 wird
 epitaktisch mittels eines MOCVD-Verfahrens eine Mehr-
 zahl unterschiedlicher GaN-Halbleiterschichten 1 abge-
 schieden, die den Halbleiterkörper des erfindungsgemäßen
 Bauelements bilden, Fig. 3d. Nach der Herstellung des
 GaN-Schichtstapels wird das Si-Substrat 9 sowie die SiC-
 Zwischenschicht 10 entfernt, Fig. 3e. Danach wird auf eine
 Hauptfläche 4 des GaN-Halbleiterkörpers eine spiegelnde

metallische Kontaktfläche 6, bestehend aus einer Ag- oder Al-Legierung, aufgedampft, Fig. 3.

[0039] Um Totalreflexion an der ersten Hauptfläche 3 zu mindern, kann anschließend der Halbleiterkörper durch ein Sandstrahlverfahren oder durch Anätzen mit einer geeigneten Ätzmischung aufgeraut werden.

[0040] Die in Fig. 4 dargestellte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens verläuft bis einschließlich des Abdünnens des SiC-Substrats 10 (Fig. 4a bis Fig. 4c) analog zu dem oben beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel. Im Unterschied dazu wird vor dem Abscheiden der GaN-Schichten 1 eine Oxidmaske 11 auf die SiC-Schicht 10 aufgebracht, Fig. 4d. Diese Oxidmaske 11 bewirkt, daß im nächsten Schritt die GaN-Schichten 1 nur auf den von der Maske nicht bedeckten Teilbereichen der SiC-Zwischenschicht aufwachsen.

[0041] Da die so gebildeten GaN-Schichten 1 entlang der Schichtebene unterbrochen sind, werden Verspannungen, die auf den unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von SiC und GaN beruhen und vor allem bei Abkühlen des Bauelements nach der Herstellung entstehen, vermindert. Dies führt vorteilhafterweise zu einer geringeren Rißbildung in den GaN-Schichten 1 und unterbindet eine Delamination der SiC-Zwischenschicht 9 vom Substrat. Die Herstellung des Reflektors 6, Fig. 4g, erfolgt wie oben beschrieben.

[0042] Die Erläuterung des erfindungsgemäßen Halbleiterbauelements und des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens anhand der oben beschriebenen Ausführungsbeispiele ist natürlich nicht als Beschränkung der Erfindung zu betrachten. Insbesondere unterliegt Zusammensetzung und die Dimensionierung des GaN-Schichtstapels hinsichtlich der Ausbildung einer Leuchtdioden- oder Laserstruktur keinen weiteren Einschränkungen.

Patentansprüche

1. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement, dessen Halbleiterkörper durch einen Stapel unterschiedlicher Halbleiterschichten auf GaN-Basis (1) gebildet ist und der eine erste Hauptfläche (3) und eine zweite Hauptfläche (4) aufweist, wobei wenigstens ein Teil der erzeugten Strahlung (5) durch die erste Hauptfläche (3) ausgekoppelt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf die zweite Hauptfläche (4) ein Reflektor (6) aufgebracht ist.

2. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Halbleiterschichten (1) aus GaN, AlN, InN, AlGaIn, InGaIn, InAlN oder AlInGaIn bestehen.

3. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Reflektor (6) durch eine spiegelnde, metallische Kontaktfläche gebildet ist.

4. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktfläche aus Ag, Al oder einer Ag- oder Al-Legierung besteht.

5. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Reflektor (6) durch eine dielektrische Verspiegelung ausgebildet ist.

6. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die dielektrische Verspiegelung durch eine Mehrzahl von dielektrischen Schichten gebildet ist.

7. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,

daß die gesamte freigelegte Oberfläche des Halbleiterkörpers oder ein Teilbereich davon aufgeraut ist.

8. Verfahren zur Herstellung eines strahlungsemittierenden Halbleiterbauelements, dessen Halbleiterkörper durch einen Stapel unterschiedlicher Halbleiterschichten auf GaN-Basis (1) gebildet ist und der eine erste Hauptfläche (3) und eine zweite Hauptfläche (4) aufweist, wobei wenigstens ein Teil der erzeugten Strahlung (5) durch die erste Hauptfläche (3) ausgekoppelt wird und die zweite Hauptfläche (4) einen Reflektor (6) aufweist, gekennzeichnet durch die Schritte

– Aufbringen einer Zwischenschicht (9) auf ein Substrat (8)

– Aufbringen einer Mehrzahl unterschiedlicher GaN-Schichten (1) auf die Zwischenschicht (9)

– Ablösen des Substrats (8) einschließlich der Zwischenschicht (9)

– Aufbringen des Reflektors (6) auf die zweite Hauptfläche (4) des GaN-Halbleiterkörpers.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß als Substrat (8) ein Si-Substrat verwendet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine SiC-Zwischenschicht aufgebracht wird.

11. Verfahren nach Anspruch 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht (9) durch ein Waferbonding-Verfahren aufgebracht wird.

12. Verfahren nach Anspruch 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht (9) epitaktisch aufgebracht wird.

13. Verfahren nach Anspruch 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Reflektor (6) durch Aufbringen einer Metallschicht gebildet wird, die zugleich der Kontaktierung des Halbleiterkörpers dient.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß vor Herstellung der GaN-Schichten (1) auf die Zwischenschicht (9) eine Maske (11) aufgebracht wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleiterkörper aufgebracht wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleiterkörper durch Ätzen aufgeraut wird.

17. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleiterkörper durch ein Sandstrahlverfahren aufgeraut wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

BEST AVAILABLE COPY

FIG 1

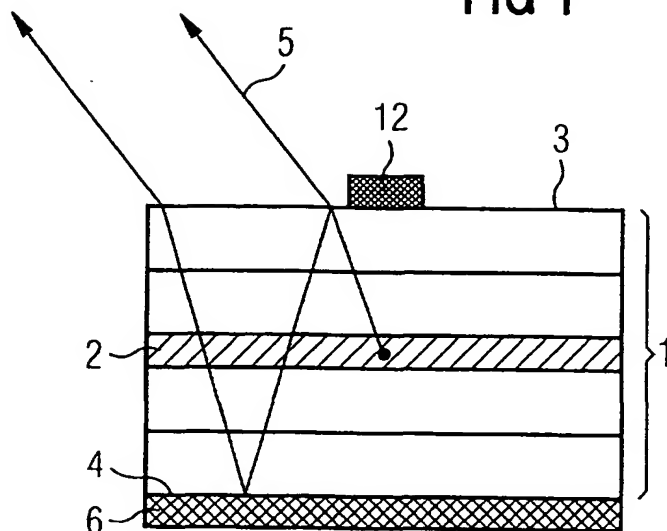
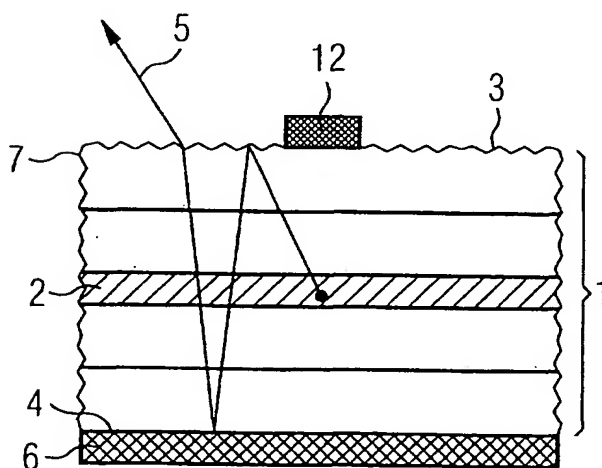


FIG 2



BEST AVAILABLE COPY

FIG 3A



FIG 3B

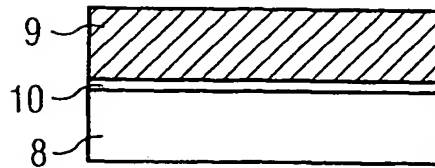


FIG 3C

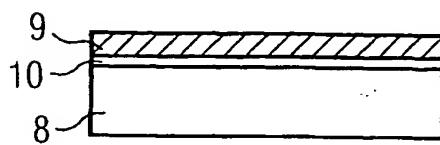


FIG 3D

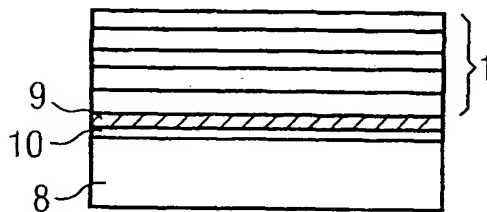


FIG 3E

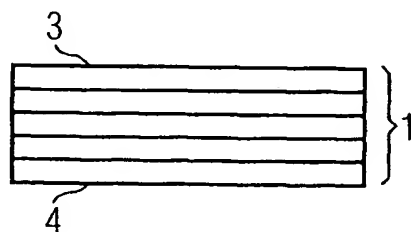
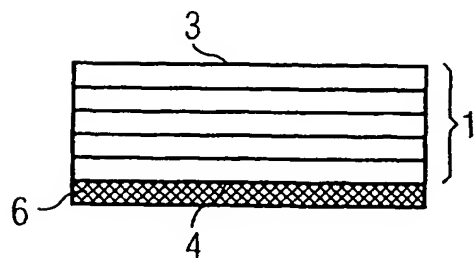


FIG 3F



BEST AVAILABLE COPY

FIG 4A



FIG 4B

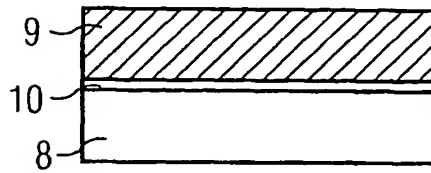


FIG 4C

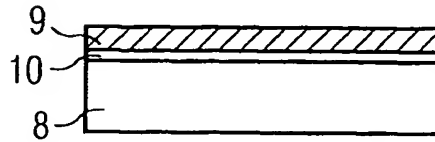


FIG 4D

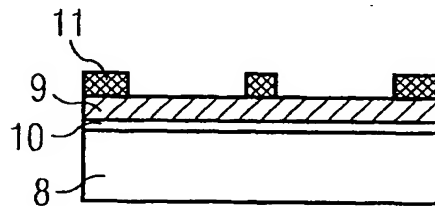


FIG 4E

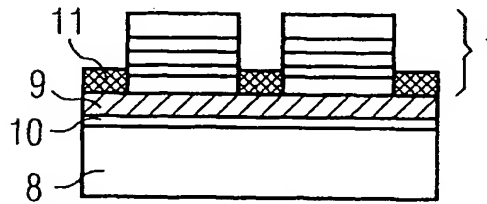


FIG 4F

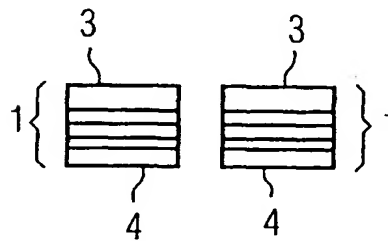
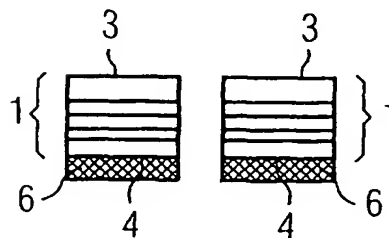


FIG 4G



BEST AVAILABLE COPY